



7th INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION Academic

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

Evaluación de la Eco-Eficiencia de una Instalación de Energía Solar Fotovoltaica en Establecimientos de Alojamiento y Hospedajes. Un Caso en la Guajira, Colombia

MEJIA, N. N. ^{a*}, VERA, L.D. ^b, LOPEZ, G. J. ^c, HERRERA, I. ^d

a. Universidad de La Guajira, Colombia

b. Universidad Nacional, Colombia

c. Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia

d. CIEMAT, Madrid

*Corresponding author, nmejia@uniquajira.edu.co, ldveraa@unal.edu.co, gabriel.lopez@upb.edu.co, israel.herrera@ciemat.es.

Resumen

Las tecnologías eco-eficientes para la producción de electricidad son aquellas que al compararlas con otras opciones tecnológicas generan menores impactos ambientales y su costo al interior del sistema de energía es menos costoso. En Colombia y específicamente en La Guajira, el potencial de energía renovable (ER) se presenta como una alternativa tecnológica eco-eficientes para mejorar los impactos ambientales causados en la producción y consumo de electricidad del sector alojamiento. En este sentido, este documento muestra parte de los resultados de una investigación desarrollada como tesis doctoral, realizada en los Establecimientos de Alojamiento y Hospedaje (EAH) del departamento de La Guajira. Entre otros, el objetivo de esta investigación es evaluar la eco-eficiencia de la tecnología solar fotovoltaica como herramienta de gestión sostenible para los EAH, teniendo en cuenta que esta región posee un gran potencial para el desarrollo de dicha tecnología. En el actual trabajo, se presenta parte de los resultados obtenidos de la tesis doctoral. Estos resultados se obtuvieron bajo un enfoque mixto de tipo experimental a una población de 375 EAH que cumplían con el requisito de tener como mínimo 5 años de funcionamiento y registro activo ante las autoridades competentes en el año 2016. Así mismo, se aplicó un cuestionario de 58 ítems a una muestra de 169 EAH. Para evaluar la eco-eficiencia, inicialmente se dimensiona el sistema de energía fotovoltaico que atenderá la demanda energética del EAH seleccionado; luego se evalúa la eco-eficiencia de la tecnología mediante la aplicación de la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14045 de 2013 (la cual implica la evaluación ambiental a través del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) mediante la aplicación de la Norma ISO 14040 e ISO 14044 con el software SIMAPRO versión 8.2.00 y el método de evaluación del impacto ILCD 2011 y la evaluación del sistema del producto, para este caso se refiere al sistema solar fotovoltaico para la producción de electricidad a través del software HOMER PRO 3.9.2). Los resultados muestran que aunque la tecnología fotovoltaica es más eco-eficiente ambientalmente que la tecnología que funciona actualmente en el EAH (reduce la emisión de CO₂ en un 74%), económicamente ninguna de las dos tecnologías es eco-eficiente por cuanto no tienen tasa de retorno de la inversión (no son viables económicamente). Este hecho pone de manifiesto la necesidad de continuar en esta línea de investigación.

Palabras clave: Energía Solar Fotovoltaica; Tecnologías Eco eficientes; Gestión de la Sostenibilidad; Establecimientos de Alojamiento y Hospedaje

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

Barranquilla - Colombia - June 21st and 22nd - 2018

1. Introducción

La industria del turismo es uno de los sectores económicos de mayor crecimiento a nivel mundial (OMT, 2015) ocupando el tercer puesto como categoría de exportación donde se prevé que para el año 2030 aumentara el número de turistas internacionales de 1235 a 1800 millones de personas (OMT, 2017). Este acelerado crecimiento y posicionamiento del sector en muchos países del mundo suscita preocupaciones expuestas por el autor Gössling et al., (2005) quien afirma que existe la necesidad de limitar el uso de la energía fósil, principal fuente de energía, como una condición previa para lograr el desarrollo sostenible del turismo.

En consecuencia, uno de los problemas que debe resolver el sector es la disminución de sus emisiones de CO₂ (Gössling, 2013), gases efecto invernadero (GEI) y la brecha existente entre los objetivos de reducción de CO₂ y lo que realmente está emitiendo el sector (Gössling, Scott, & Hall, 2015). Ante esta problemática, pueden adoptarse innovaciones relacionadas a la gama de tecnologías y medidas energéticas que permiten resolver problemas en torno a la eficiencia energética; y acumular conocimientos sobre soluciones para la energía a través de la creación de espacios para la adopción de innovaciones y la conducción a una industria más verde (Pace, 2015), así como prácticas y programas amigables con el medio ambiente (C.-C. Teng & Chang, 2014; Chen, 2015) y la realización de operaciones eco-eficientes (Kelly, et al., 2007).

Por consiguiente, siendo Colombia el tercer país de América del Sur con mayor aumento del turismo internacional (OMT, 2017) se ha establecido como una de las metas nacionales convertirse en un destino turístico sostenible, como actividad económica alterna para apalancar el desarrollo de regiones con gran potencial turístico y con grandes brechas sociales como el departamento de La Guajira, considerado uno de los departamentos con mayor nivel de pobreza después de Chocó y Cauca, cuyo índice de necesidades básicas insatisfechas es del 65% (PNUD, 2015).

En contraste con los altos índices de pobreza que presenta el departamento de La Guajira también se encuentra un gran potencial para el desarrollo del ecoturismo (MINAMBIENTE, 2014b) y para el desarrollo de las energías renovables: a) eólica, con unos vientos localizados de velocidades medias en el orden de 9 m/s (a 80 m de altura) (UPME, MINMINAS, BID, 2015) y b) solar, con una irradiación global horizontal media diaria por hora de 5.0 a 6.0 kWh/m² y brillo solar de 6 a 10 horas al día (UPME, 2017).

Sin embargo, el departamento de La Guajira posee un sistema eléctrico poco fiable debido a las constantes fluctuaciones del servicio de energía y los altos costos del kW en comparación con los otros departamentos del país. Por otra parte, el sistema interconectado nacional (SIN) para la generación de energía eléctrica posee una capacidad instalada por tecnología/recurso donde las centrales hidroeléctricas tienen una participación de 69.93% del total y en segundo lugar, se ubican las centrales térmicas (gas y carbón), las cuales alcanzan de manera agregada el 20.78%, siendo a la vez ambas las mayores participantes en la matriz eléctrica nacional y las térmicas las mayores responsables de emisiones CO₂, donde la producción con carbón emite 211,809.93 Ton. CO₂/mes y con el gas se emite 254,542.16 Ton. CO₂/mes (UPME, 2015). Existen también expectativas de integrar al SIN, de acuerdo a una muestra representativa de agentes de los sectores energéticos e industrial, el uso de energías renovables como la eólica, geotérmica, biomasa, solar y PH nombradas según la capacidad acumulada en el país (UPME, 2015).

En este mismo orden de ideas, en aras de promover el uso de las ER Colombia ha establecido Políticas Nacionales que tienen como objetivo la integración de las ER al SIN a través de la promulgación de la Ley 1715 de 2014 y el decreto 2143 de 2015, los cuales promueven el uso de estas tecnologías otorgando incentivos fiscales como la excensión del IVA, de impuestos sobre los combustibles, sobre la renta y beneficios fiscales de importación y exportación de estas tecnologías (IRENA, 2015) así, como el decreto 348 de 2017 el cual establece lineamientos de política pública en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala para su comercialización (Decreto 348, 2017).

Por último, todas las situaciones expuestas en párrafos anteriores permiten reflexionar sobre el papel que puede desempeñar la gestión tecnológica en estos sectores económicos de crecimiento

exponencial de tal manera que sus procesos y/o productos se desarrollen de forma sostenible aprovechando las potencialidades de cada región para convertir sus limitaciones o dificultades en oportunidades de bienestar social, económico y ambiental.

En este sentido, la presente investigación plantea la evaluación de eco-eficiencia de la tecnología solar fotovoltaica como herramienta de gestión sostenible basado en la evaluación tecnológica, ambiental y económica de los sistemas solares fotovoltaicos (SSFV). Esta evaluación se fundamenta en la escuela de pensamiento de la Economía Ecológica a través de la aplicación del concepto de la eco-eficiencia, producir más con menor impacto ambiental (Winter, et al., 2014) que en el contexto del turismo se refiere a la interacción entre daños ambientales (medidos en emisiones de CO₂ eq.) y los beneficios económicos (ingresos generados del turismo) (Gössling et al., 2005).

2. Métodos

Este trabajo ha sido desarrollado bajo una metodología mixta, con un diseño de tipo experimental. Para evaluar la eco-eficiencia se utilizaron dos técnicas: 1) evaluación tecnológica del sistema fotovoltaico mediante dimensionado de sus componentes y, 2) evaluación de eco-eficiencia del sistema de energía fotovoltaico mediante dos métodos (método 1, evaluación ambiental; método 2, evaluación del valor del sistema del producto).

2.1 Metodología 1. Evaluación Tecnológica

Mediante técnicas interactivas se realizaron los cálculos para el dimensionado del sistema, el cual incluye la potencia del campo, grado óptimo de inclinación para el ángulo de instalación de los módulos fotovoltaicos, características técnica y número de batería, módulos fotovoltaicos, asociación serie –paralelo, regulador, inversor y cableados.

2.2 Metodología 2. Evaluación de Eco-eficiencia

Realizada mediante la aplicación de la norma técnica colombiana NTC – ISO 1445 de 2013, la cual se incluye 5 etapas: 1) definición del objetivo y alcance (objetivos, alcance, función y unidad funcional, límites del sistema, asignación a sistemas externos, método de evaluación ambiental y tipo de impactos, método de evaluación del valor del sistema del producto, selección del indicador de eco-eficiencia, interpretación, limitaciones, comunicación y divulgación de resultados); 2) evaluación ambiental (definición de objetivos y alcance, análisis de inventario, evaluación de impacto e interpretación); 3) evaluación del sistema del producto; 4) cuantificación de los indicadores de Eco-eficiencia. Cálculos de los resultados de la Eco-eficiencia; 5) interpretación de los resultados de la Eco-eficiencia. Para la realización de la etapa 3 se utiliza el método 1 y el método 2 para la etapa 3.

- ✓ *Método 1.* Evaluación ambiental utilizando el Análisis de Ciclo de Vida de acuerdo a la Norma NTC-ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006 y el método de evaluación de impacto ambiental ILCD V1.08. Este análisis se desarrolló con el soporte de la herramienta informática SIMAPRO versión 8.2
- ✓ *Método 2.* Evaluación del valor del sistema del producto a través del software HOMER PRO 3.9.2 realizando simulaciones para sistemas de energías convencionales y renovables.

2.3 Características de la población objeto de estudio.

La tabla 1 describe las zonas de estudio, número de EAH y su ubicación en el departamento de La Guajira.

Tabla 1. Población objeto de estudio

Subregión	Número de EAH	Municipios / corregimientos
<i>Zona conectada al interconectado nacional (SIN)</i>		
<i>Alta Guajira</i>	33	<i>Manaure, Uribía y Maicao</i>
<i>Media Guajira</i>	54	<i>Riohacha y Dibulla</i>

<i>Baja Guajira</i>	24	<i>Albania, Barrancas, Hatonuevo, Fonseca, San Juan del Cesar, Urumita, Villanueva</i>
Total EAH	111	
<i>Zona no interconectada (ZNI)</i>		
<i>Alta Guajira</i>	5	<i>Nazaret</i>
	3	<i>Punta Gallinas</i>
	50	<i>Cabo de la Vela</i>
Total EAH	58	

Fuente: Elaboración propia (2017)

3. Resultados

3.1 Dimensionado del sistema fotovoltaico

Luego de realizar los cálculos interactivos para el dimensionado del sistema fotovoltaico se presenta en la Tabla 2 las características del sistema resultante.

Tabla 2. Características del sistema fotovoltaico

Potencia del campo fotovoltaico 3.87kW 15° de inclinación para los módulos F.V					
Batería	Módulos F.V	Asociación serie – paralelo	Regulador	Inversor	Cableados
Para 3 días de autonomía, con capacidad de 47.5 kWh de 989 Ah	16 módulos policristalino de 240W	4 módulos en serie y 4 en paralelo	Corriente salida del regulador 80 A	Inversor monofásico con potencia 43.75 A y corriente de salida 17.3 A	4 tramos de cableados teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible en amperios para cables aislados con PVC y con conductores de cobre, instalados al aire

Fuente: Elaboración propia (2017)

La tabla 3 muestra las características del sistema de energía que actualmente funciona en el EAH ubicado en la comunidad indígena wayuu Punta Gallinas perteneciente al municipio de Uribia, departamento de La Guajira- Colombia, zona no interconectada al sistema eléctrico nacional, seleccionado al azar para evaluar la eco-eficiencia.

Tabla 3. Características del sistema actual - diésel

Componente	Tamaño Capacidad (kW)
Generador diésel	5

Fuente: Elaboración propia (2017)

El sistema que actualmente funciona el EAH es una planta diésel con capacidad de 5kW, como se observa en la Tabla 3.

3.2 Evaluación de Eco-eficiencia

Evaluación ambiental

Los resultados incluyen las categorías de impacto ambiental: cambio climático, agotamiento de ozono, toxicidad humana, efectos no cancerígenos, toxicidad humana, efectos del cáncer, materia particulada, radiación ionizante hh, radiación ionizante e (interino), formación fotoquímica de ozono, acidificación, eutroficación terrestre, eutroficación de agua dulce, eutroficación marina, ecotoxicidad de agua dulce, uso del suelo, agotamiento de los recursos de agua, reducción de recursos minerales y fósiles. Se

utilizó información de la base de datos Eco-invent 3.01 para el análisis de inventario de los componentes del sistema fotovoltaico y los escenarios construidos en la herramienta de análisis.

La figura 1, muestra los resultados de impacto ambiental del sistema fotovoltaico evaluado.

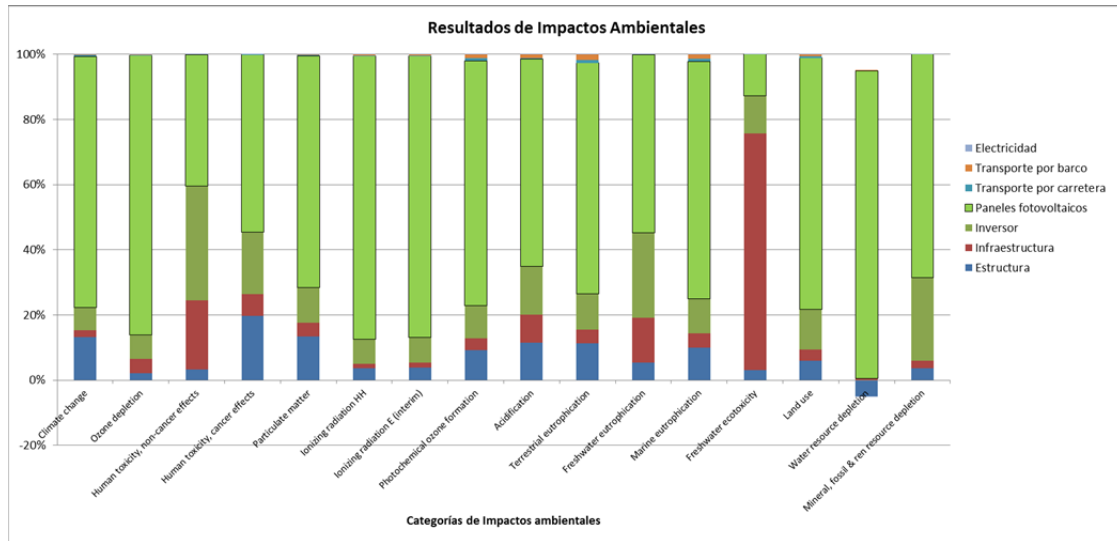


Fig. 1. Resultados de impactos ambientales
Fuente: Adaptado de SIMAPRO® 8.2 (2017)

Se observa en la figura 1 los impactos ambientales causados en todas las categorías analizadas por el sistema de energía solar fotovoltaica, donde los módulos fotovoltaicos son los mayores responsables de las emisiones en las diferentes categorías a excepción de la categoría ecotoxicidad de agua dulce, donde el componente de infraestructura emite mayores emisiones. Con respecto a la categoría cambio climático, por cada 1 kW de electricidad generada en el sistema solar fotovoltaico se emiten 33 g CO₂ eq. A continuación se describen los resultados obtenidos para las otras categorías de impacto ambiental.

Tabla 4. Resultados del ACV según categoría de impacto ambiental

Categoría de impacto ambiental	Emisiones
Agotamiento de ozono	7.06 kg CFC-11 eq.
Toxicidad humana, efectos no cancerígenos	3.56 CTUh.
Toxicidad humana, efectos del cáncer	4.19 CTUh.
Materia particulada	3.60 kg PM2.5 eq.
Radiación ionizante HH	0,00402521 kBq U235 eq.
Radiación ionizante E (interino)	1.28 CTUe
Formación fotoquímica de ozono	0,00013298 kg NMVOC eq.
Acidificación	0,00026078 molc H+ eq.
Eutroficación terrestre	0,00036916 molc N eq.
Eutroficación de agua dulce	2,8685E-05 kg P eq.
Eutroficación marina	4,1888E-05 kg N eq.
Ecotoxicidad de agua dulce	2,47318851 CTUe.
Uso del suelo	0,04505244 kg C deficit.
Agotamiento de los recursos de agua	0,00045771 m3 wáter eq.
Reducción de recursos minerales y fósiles	1,7238E-05 kg Sb eq.

Fuente: Adaptado de SIMAPRO® 8.2 (2017)

Para calcular las emisiones CO₂ eq. de la categoría cambio climático de la tecnología que actualmente funciona en el EAH se toma como referencia los valores presentados por el mix eléctrico colombiano. Véase Tabla 5.

Tabla 5. Emisiones CO₂ del mix eléctrico colombiano

AÑO 2015

<i>Sistema Eléctrico</i>	<i>Kg CO₂ eq</i>
ACPM	0,64455
AGUA	-
BAGAZO	-
CARBÓN	0,86877
COMBUSTOLEO	1,30677
GAS	0,47580
JET-A1	1,25215
MEZCLA GAS - JET-A1	0,73144
MENORES AGUA	-
VIENTO	-
<i>Total Mix Eléctrico</i>	<i>0,11925</i>
<i>Sistema Solar Fotovoltaico de 3.8kW</i>	<i>0,03320</i>

Fuente: Adaptado de UPME (2017).

Al comparar las emisiones CO₂ de la tecnología fotovoltaica y la actual se observa que la primera reduce aproximadamente un 74% estas emisiones. Véase figura 2.

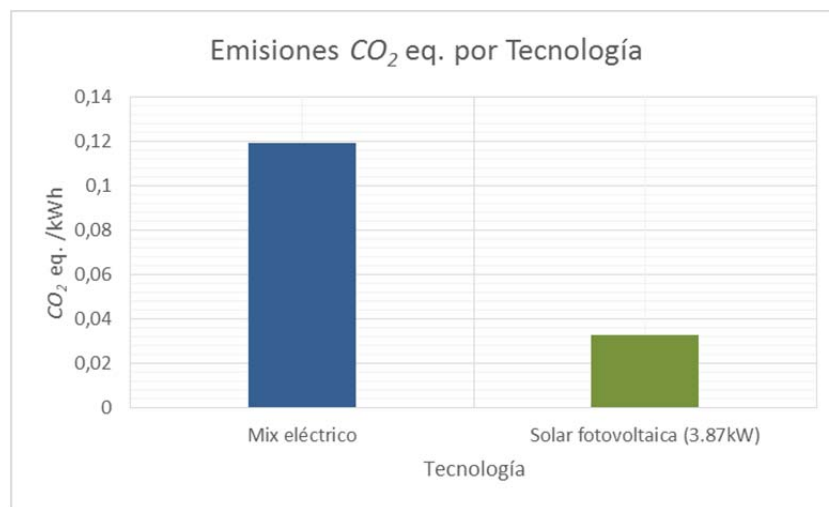


Fig. 2. Emisiones Kg CO₂ Eq por tecnologías
Fuente: Adaptado de SIMAPRO® 8.2 (2017)

La tabla 6 muestra las emisiones CO₂ eq. generadas por las tecnologías para la producción de electricidad tanto del mix eléctrico colombiano como para la tecnología propuesta.

Tabla 6. Indicador eco-eficiente ambiental

<i>Tecnología</i>	<i>Emisiones de CO₂ eq.</i>
Fotovoltaica	0,033
Actual (diésel)	0,11925

Fuente: Adaptado de SIMAPRO® 8.2 (2017) y UPME (2017).

Evaluación del valor del sistema del producto

Para evaluar el valor del sistema de producto durante su vida útil (25 años) en las etapas de instalación, uso y mantenimiento se utilizaron los resultados obtenidos en las optimizaciones realizadas en Homer Pro 3.9.2 .

Se obtuvo como resultado de las optimizaciones que tanto la tecnología fotovoltaica como la convencional (actualmente utilizada en el EAH) no son viables económicamente por cuanto no tienen tasa de retorno, es decir su tasa de retorno de inversión es igual a cero, lo que implica que no se recuperará la inversión. En este sentido el costo neto actual del sistema fotovoltaico es igual a U\$ 81,929.88 y el de la tecnología actual U\$ 117,739.50 (calculados en dólar americano).

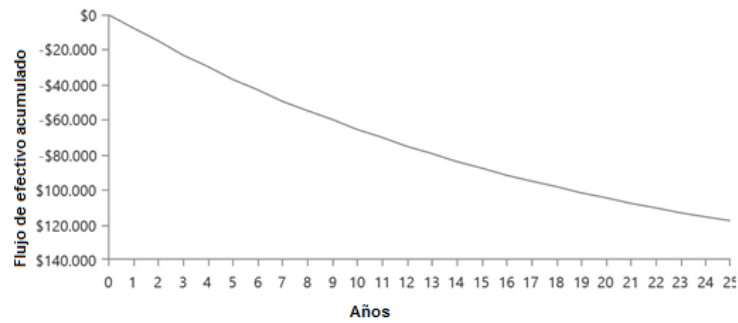


Fig. 3. Flujos de efectivo descontados acumulados del sistema actual – diésel
Fuente: Adaptado de HOMER PRO® 9.3.2

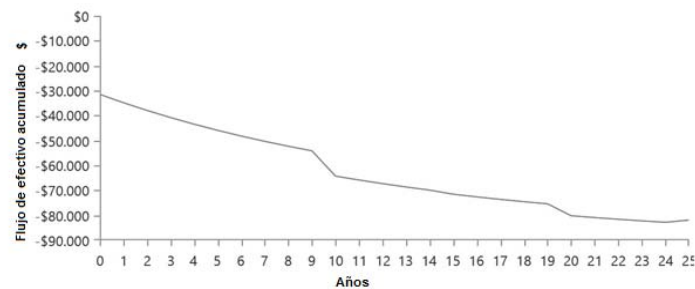


Fig. 4. Flujos de efectivo descontados acumulados del sistema solar fotovoltaico
Fuente: Adaptado de HOMER PRO® 9.3.2

Se observa en la figura 3 y 4 que para ambas tecnologías no existe una recuperación de la inversión.

Una vez obtenido los resultados de las optimizaciones para el sistema solar fotovoltaico y el sistema diésel en Homer Pro 3.9.2. se calcula el indicador de eco-eficiencia para cada tecnología. Véase tabla 7.

Tabla 7. Indicador de eco-eficiencia

Alternativa tecnológica	Indicador Económico	Indicador Ambiental	I_E	Indicador eco-eficiente (I_E)
Tecnología actual-diésel	0.3	0,11925	2,5	<i>Eco-eficiencia = $\frac{\text{valor de sistema del producto}}{\text{impacto ambiental}}$</i>
Tecnología solar fotovoltaica	0.6	0,033	18,1	

Fuente: Elaboración propia (2018)

Interpretación de los resultados de la Eco-eficiencia

Los resultados de eco-eficiencia demuestran que la tecnología fotovoltaica es más eco-eficiente ambientalmente que la tecnología que funciona actualmente en el EAH. Pero económicamente, ninguna de las dos es eco-eficiente por cuanto no se logra recuperar la inversión (su tasa de retorno es igual a cero). Aunque la tecnología fotovoltaica presenta menores costos en el kW, costo actual neto del sistema de energía y su I_E resultante es mucho mayor que el de la tecnología actual, no se puede concluir que existe una tecnología más eco-eficiente que la otra.

4. Conclusiones

El acceso a la energía no contaminante es el séptimo objetivo propuesto para lograr el desarrollo sostenible de acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, así mismo la

actividad económica del turismo se perfila cada vez como un motor que impulsa las economías sobre todo en los países en vía de desarrollo. En este sentido cobra total relevancia el aprovechamiento de los recursos renovables presente en las diferentes regiones del mundo, para que a través del bum que están teniendo las tecnologías limpias en la producción de electricidad se gestione sosteniblemente el uso de tecnologías eco-eficientes como la solar fotovoltaica.

Los resultados de esta investigación demuestran que dimensionar sistemas solares fotovoltaicos para la producción de electricidad a baja escala como solución individual para cada EAH requiere de una inversión inicial de capital muy alta que encarece el costo del sistema y no permite el retorno de la inversión; ambientalmente el sistema solar fotovoltaico genera menos impactos ambientales en cada una de las categorías analizadas reduciendo hasta aproximadamente un 74% el CO₂ eq. en el caso de la categoría de cambio climático; para que una tecnología sea totalmente eco-eficiente tanto sus indicadores ambientales como económicos deben ser menores al compararla con otra opción tecnológica; en las zonas conectadas al sistema eléctrico nacional los gerentes de los EAH muestran interés en la implementación de esta tecnología, sin embargo no poseen los recursos suficientes para su puesta en marcha y tampoco los conocimientos y experiencias para la formulación y presentación de proyectos en las diferentes convocatorias del Estado que otorga créditos y ayudas para la promoción de las energías renovables.

Aunque la matriz eléctrica colombiana incluye tecnologías amigables con el medio ambiente como el bagazo (0.77%), biogás (0.01%), biomasa (0.01%), viento (0.11%) y agua (69.87%) no se contabilizan sus impactos ambientales, y tampoco se incluye en el mix eléctrico la participación de la tecnología solar fotovoltaica a pesar de su gran potencial en el país (UPME, 2017).

Se recomienda considerar para futuras investigaciones el estudio eco-eficiente de sistemas de energía híbridos para ampliar el abanico de soluciones tecnológicas eco-eficientes y aprovechar el potencial de energía renovable que posea una región determinada.

Así como considerar en la evaluación ambiental del mix eléctrico colombiano los resultados de las otras categorías (degradación del ozono, toxicidad humana - efectos no cancerígenos, toxicidad humana - efectos cancerígenos, materia particulada, radiación ionizante HH, radiación ionizante, formación de ozono fotoquímico, acidificación, eutrofización terrestre, eutrofización de agua dulce, eutrofización marina, ecotoxicidad de agua dulce, uso de la tierra, agotamiento de los recursos hídricos y finalmente agotamiento de recursos minerales y fósiles) contribuye a mejorar la calidad de vida de las personas y de los ecosistemas (para sugerir límites permisibles de emisiones, lo cual permite conservar la calidad del aire, agua, entre otros), promoviendo el uso de tecnologías eco-eficientes para la producción de electricidad.

Igualmente, la cuantificación de externalidades positivas y negativas, ambientales y económicas de las tecnologías generadoras de electricidad merecen un análisis crítico en futuras investigaciones.

De la misma forma, aunque la evaluación de eco-eficiencia considera solo indicadores ambientales y económicos las problemáticas sociales del contexto no deberían obviarse en esta evaluación.

Finalmente, el análisis de todas las categorías de impacto ambiental, no solo el de cambio climático CO₂ eq, y su límite permisivo de emisiones representan una necesidad de estudios en países latino Americanos sobre todo en Colombia que basa su economía en un alto porcentaje de explotación de hidrocarburos.

Referencias

- Chen, R. J. C. (2015). From sustainability to customer loyalty: A case of full service hotels' guests. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 22, 261–265. <http://doi.org/10.1016/j.jretconser.2014.08.007>
- Gössling, S. (2013). National emissions from tourism: An overlooked policy challenge? *Energy Policy*, 59, 433–442. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.058>
- Gössling, S., Peeters, P., Ceron, J. P., Dubois, G., Patterson, T., & Richardson, R. B. (2005). The eco-

- efficiency of tourism. *Ecological Economics*, 54(4), 417–434.
<http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.006>
- Gössling, S., Scott, D., & Hall, C. M. (2015). Inter-market variability in CO2 emission-intensities in tourism: Implications for destination marketing and carbon management. *Tourism Management*, 46, 203–212. <http://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.06.021>
- International Renewable Energy Agency, I. (2015). *Energías Renovables en América Latina 2015: Sumario de Políticas*. Retrieved from http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Latin_America_Policies_2015_ES.pdf
- Kelly, J., Haider, W., Williams, P. W., & Englund, K. (2007). Stated preferences of tourists for eco-efficient destination planning options. *Tourism Management*, 28(2), 377–390.
<http://doi.org/10.1016/j.tourman.2006.04.015>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Programa Regional de Negocios Verdes "Región Caribe."*
- Ministerio de minas y energía de Colombia. Minminas. (2017). Ministerio de Minas y Energía (1 de Marzo de 2017). Decreto 348, Lineamientos de política energética en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala.
- Organización Mundial del Turismo. (2015). *Panorama OMT del turismo internacional*. Retrieved from http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCsQFjAA&url=http://mkt.unwto.org/sites/all/files/docpdf/unwtohighlights11sphr_2.pdf&ei=2DBUU_HoBu_QsQShyoGQDA&usq=AFOjCNHqVM9C4-GNIWPynv8hpn7FByaUMA&sig2=0jWBHatIzZjtW
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TURISMO, O. (2017). *Panorama OMT del turismo internacional, edición 2016*. Retrieved from <http://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284418152>
- Pace, L. a. (2015). How do Tourism Firms Innovate for Sustainable Energy Consumption? A Capabilities Perspective on the Adoption of Energy Efficiency in Tourism Accommodation Establishments. *Journal of Cleaner Production*, 1–12. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.095>
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, P. (2015). *Estrategia territorial para la gestión equitativa y sostenible del sector hidrocarburos. Diagnostico socioeconómico del departamento de La Guajira*. Retrieved from http://www.anh.gov.co/Seguridad-comunidades-y-medio-ambiente/SitioETH-ANH29102015/como-lo-hacemos/ETHtemporal/DocumentosDescargarPDF/1.1.2_DIAGNOSTICO_GUAJIRA.pdf
- Teng, C.-C., & Chang, J.-H. (2014). Effects of temporal distance and related strategies on enhancing customer participation intention for hotel eco-friendly programs. *International Journal of Hospitality Management*, 40, 92–99. <http://doi.org/10.1016/j.ijhm.2014.03.012>
- Unidad de Planeación Minero Energética, U. (2015). *Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico colombiano –Diciembre de 2015 Subdirección de Energía Eléctrica – Grupo de Generación*.
- Unidad de Planeación Minero Energética, U. (2017). Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico Colombiano – Febrero De 2017 Subdirección de energía eléctrica – Grupo de generación, (69), 1–16.
- Unidad De Planeación Minero Energética, U. (2017). *Brillo Solar*. Retrieved from http://sig.simec.gov.co/UPME_EN_Brillo_Solar/
- UNIDAD DE PROMOCIÓN MINERO ENERGÉTICO, U. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*.
- UPME, MINMINAS, BID, F. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*.

Winter, M., Li, W., Kara, S., & Herrmann, C. (2014). Determining optimal process parameters to increase the eco-efficiency of grinding processes. *Journal of Cleaner Production*, 66, 644–654. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.031>